

Title	真空マイクロエレクトロニクスのためのコーン型極微MIS構造電子源に関する研究(Abstract_要旨)
Author(s)	井上, 和則
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	1996-03-23
URL	https://doi.org/10.14989/doctor.k6443
Right	
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	author

氏 名	いの うえ かず のり 井 上 和 則
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1540 号
学位授与の日付	平 成 8 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 電 子 工 学 専 攻
学位論文題目	真空マイクロエレクトロニクスのためのコーン型極微 MIS 構造電子源に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 石 川 順 三	教 授 佐々木昭夫	教 授 佐野史道
--------	----------------------	-----------	----------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、真空マイクロエレクトロニクスのための電界放出型極微電子源の安定性と、低電圧化のために行った研究成果をまとめたものであり、5章からなっている。

第1章は序論であり、真空マイクロエレクトロニクスの現状として、マイクロバキュームチューブの応用例を具体的に示し、その実現を目指して現在開発が進められている微小冷陰極の中で最も有望な電界放出型極微電子源の現状とその実用上の問題点について述べている。本研究の目的である電子放出特性の安定性に寄与する要因を検討する必要性と、動作電圧の低電圧化のための新しい提案であるコーン型極微 MIS (Metal Insulator Semiconductor) 構造電子源について述べている。

第2章では電界放出型極微電子源の電子放出特性の安定性の検討を行っており、安定性を検討するために行った実験方法について述べている。電子放出電流の変動を雑音電力を導入した解析により安定性を検討する方法を提案している。また実験の結果、エミッタからの放出電流の安定性はエミッタ材料に依存しており、最も安定であったのは Au エミッタであることを見出している。電子放出特性の検討を行うことにより、電子放出特性の安定性に寄与するのが、エミッタ表面上の吸着粒子の低減と低電圧化であることを示している。大電流放射時には電子放出材料の安定性も必要であることを述べている。さらに、電子放出特性から得られる Fowler-Nordheim (以下、F-N と呼ぶ) プロットの切片と傾きの関係を考察し、F-N 理論式に吸着粒子の影響を考慮した仮定を導入することにより電子放出特性の傾向が説明可能であることを述べている。また、F-N プロットの切片と傾きの関係から各金属の実効的な仕事関数を見積る方法を新たに提案している。以上の検討を通して、電子放出特性の安定化に寄与する要因を示している。

第3章では、動作電圧の低電圧化が電界放出型極微電子源よりも比較的容易に行える電子源としてコーン型極微 MIS 構造電子源を提案している。この電子源は電子放出特性が電子放出面の仕事関数に影響されにくいという特長を持つことを述べている。この電子源の電子放出特性を定量的に理解するために、モンテカルロ法に基づいて開発した計算プログラムの内容を示すとともに、そのプログラムを用いて電子放

出特性における放出効率の素子形状および印加電界に対する依存性を調べた結果について述べている。その結果から、コーン型極微 MIS 構造電子源の特長である固体内高エネルギー電子を利用した低電圧放出、引き出し電極への電圧印加による電子放出の高効率化、および電子放出特性の安定化の効果がそれぞれ確認できたことを述べている。

第4章では、コーン型極微 MIS 構造電子源の作製プロセスの確立を目指して行った種々の作製方法とその結果について述べている。まず、引き出し電極がない場合のコーン型極微 MIS 構造電子源の作製について述べており、その作製の際に熱酸化した Si コーン先端部のみの酸化膜を除去するために、フォトリソグラフを利用した新たな方法を開発しており、その結果について述べている。そして、作製した素子において最高電子放出効率7%が実現できたことを述べている。また、第3章で開発した計算プログラムを用いて電子放出特性を検討し、実験結果が計算結果とほぼ合致することを示している。さらに、作製方法を改良することにより、自己整合的に引き出し電極が形成可能であることを示している。改良された方法によって作製された素子の電子放出特性において、引き出し電極へ電圧印加による電子放出電圧の低減が確認されたことを示しており、その結果が第3章の計算プログラムを用いることにより引き出し電極への電圧印加の効果であることが確認できたことを述べている。

第5章では、本論文で得られて成果を総括していると共に、コーン型極微 MIS 構造電子源について残された課題と展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、真空マイクロエレクトロニクスのための電界放出型極微電子源の実現を目指し、その電子放出特性の安定性とその安定性に寄与する電子源の動作電圧の低電圧化を独創的な方式によって実現するコーン型極微 MIS 構造電子源に関する研究成果をまとめたものであり、得られた研究成果は次の通りである。

- 1) 安定性に寄与する要因を検討するために電子放出特性の電子放出材料依存性に焦点をあてた研究を行い、電界放出電流の変動を雑音電力の観点から検討を行うとともに、新たに提案した実効的な仕事関数を求める方法を用いて、安定性に寄与する要因を明らかにした。すなわち、極微電子源の電子放出特性の安定化のためには、Auのような不活性な材料の選択と、動作電圧の低電圧化が有効であることを見出した。
- 2) 電界放出型極微電子源の動作電圧の低電圧化を目指し、新しい構造のコーン型極微 MIS 構造電子源の提案を行った。モンテカルロ法を利用した計算機実験により、この電子源の特長である、低電圧の電子放出の可能性および電子放出面の仕事関数の変動に対する電子放出特性の安定性を理論的に明らかにした。
- 3) コーン型極微 MIS 構造電子源の実現を目指して新たな作製プロセスの提案を行い、実際の素子の試作を行った。すなわち、一回のフォトリソグラフィーで自己整合的に引き出し電極を持つコーン型極微 MIS 構造電子源を形成できる方法を見出すとともに、試作した素子は最高電子放出効率が7%に達する高効率のもとを得た。また、引き出し電極への電圧印加により、MIS 構造電子源の動

作電圧の低減が可能であることを示した。

以上、要するに本論文は、電界放出型極微電子源の安定性に寄与する要因を明らかにし、安定性に優れた新たな構造のコーン型極微 MIS 構造電子源を提案しており、真空マイクロエレクトロニクスにおける基礎的知見を与えたもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成 8 年 2 月 16 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。